

# コンクリート診断士 合格指南

～ 全員合格を目指して ～

広島工業大学 十河茂幸

# 話の構成

- **受験対策**

  - 時間配分、勉強方法など**

- **択一式試験の克服**

- **記述式試験の克服**

# 1コマ目

**10:00~10:30**

**受験対策 時間配分・勉強方法**

# 診断士の資格制度に必要性和その背景

## 21世紀は維持管理の時代

日本のコンクリートストック: 100億m<sup>3</sup>

適切な劣化対策を講ずることにより  
構造物の寿命を延ばすことが必要

診断・維持管理に関する幅広い  
知識を持った技術者の養成が急務



コンクリート診断士試験の累計  
合格者数は 1万4千人超 (2001年より)  
受験者数 約 5千人  
合格率 15%程度

311頁

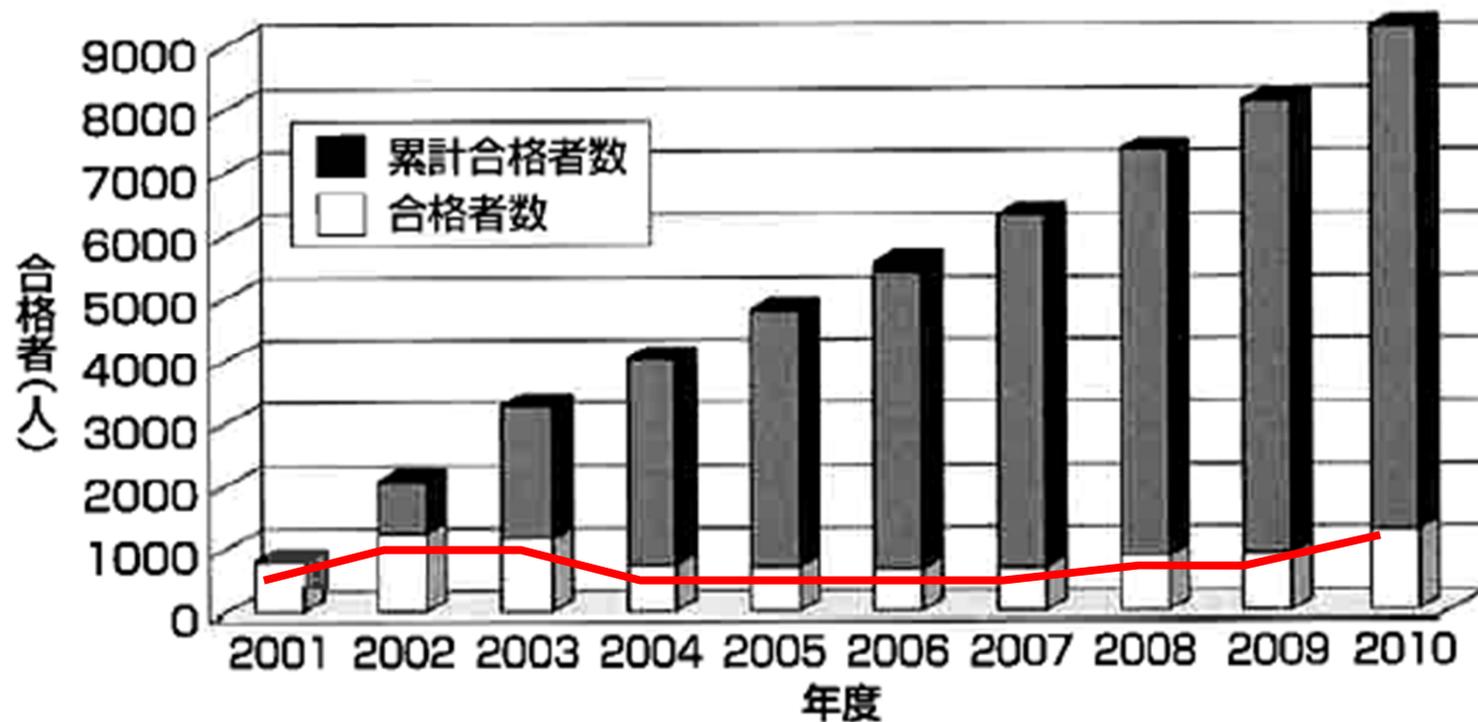
コンクリート診断士とは

コンクリートおよび鉄筋などの診断に  
おける計画, 調査, 測定, 管理, 指導  
および判定, ならびにそれらの品質  
劣化に関する予測および判定、対策を  
実施する能力のある技術者

312頁

記述問題で定義を問われる  
ことがある

# 受験者数累計と合格率



累計合格者数 約13,819名(2001年度より)

受験数 約5,000名

合格率 約15%

# 必要とされる主な知識・技術

幅広く深い知識が求められる

| 試験項目                            |                     |   |
|---------------------------------|---------------------|---|
| 診断士試験<br>(13:30～17:00)<br>3.5時間 | (1)変状の種類と原因         | ひび割れ, コールドジョイント, 変形等                          |
|                                 | (2)劣化のメカニズム(劣化機構)   | 中性化, 塩害, 凍害, アルカリ骨材反応, 化学的腐食, 疲労等             |
|                                 | (3)調査方法             | 目視調査, コア試験, 非破壊試験, 鉄筋腐食に関する試験, アルカリ骨材反応に関する試験 |
|                                 | (4)劣化予測, 評価, 判定     | 中性化, 塩害, 凍害, アルカリ骨材反応, 化学的腐食, 疲労等             |
|                                 | (5)対策, 補修, 補強       | 対策の種類, 補修・補強の定義, 選定, 特徴, 維持管理                 |
|                                 | (6)構造物(土木・建築)の実際の診断 | 安全性判定調査, 使用性判定調査, 部材の力学的特性, 周辺環境への影響,         |
|                                 | (7)健全度診断の実際         | 構造物の調査・判定・対策<br>(橋梁, 舗装, 共同住宅)                |
|                                 | (8)技術・基準類の変遷        | 規制, JIS, JASS5, 示方書                           |

# 出題形式

## マークシート と 手書き原稿

| コンクリート診断士試験              |   |
|--------------------------|---|
| 四肢択一式<br>40問<br>(マークシート) | 記述式: 2問(800字~1000字以内)<br>問題A(診断士としての資質など)<br>問題B(診断士としての実務能力) |
| 3.5時間                    |   |

# 目標ライン

## 二つの試験すべてに足切りがある

### ■ コンクリート診断士試験四肢択一式

40問中 28問(目安)

に11~12問程度は間違えても良い。



少し気楽に考え、解らない問題は捨てるのも手。

### ■ コンクリート診断士試験記述式

問題A、問題Bとも必ず解答を作成する。

原稿のマス目は80%以上埋める。

・900字の場合:720字以上

・1000字の場合:800字以上

文字数が不足する場合は、箇条書きにして空間を稼ぐ。

①○○○…

②○○○… など

大きな文字で、丁寧に書く！

(試験官の印象が大切)

記述式の  
ウエートが  
高い！

# 時間配分

記述にかかる時間を把握しましょう

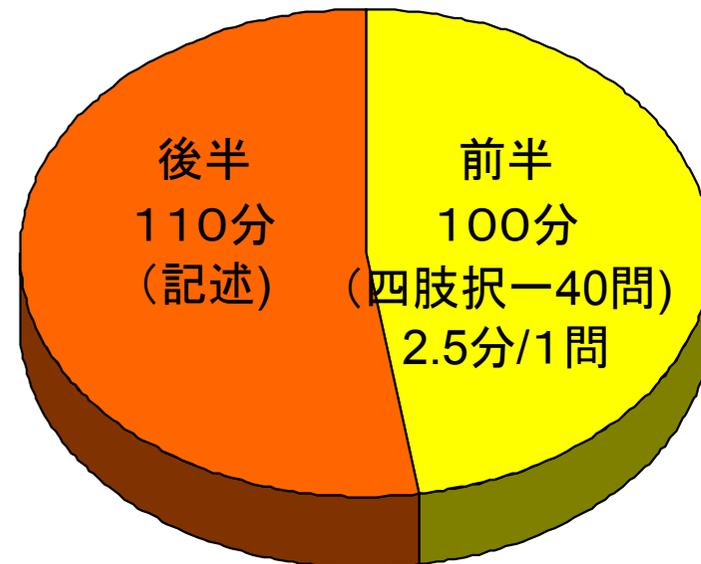
## 四肢択一式問題から解きましょう

記述式問題は、事前準備を行っていても手書きするため、見直しを含め**110分程度**は必要になる。

**40問の四肢択一式は3分/1問のペースでは、記述式の解答時間が不足する。**  
⇒ 迷ったら深追いしない。

四肢択一式問題は、マークシート方式で単純加点方式と考えられ、迷う問題の場合でも、必ず一つを選択する。

試験時間合計  
3時間30分



時間配分のリミット

# 情報の収集

## あらゆる手段を活用して

### ■ 問題集 (過去の問題が掲載されているもの)

- ・コンクリート診断士完全攻略問題集 (セメントジャーナル社)
- ・コンクリート診断士合格必携 試験問題と解答・解説2013 (技術書院)
- ・コンクリート診断士試験・合格のポイント解説 (セメント新聞社) など

### ■ ホームページ

- ・コンクリート工学協会
- ・目指せ！コンクリート診断士
- ・コンクリート診断士 受験生の部屋
- ・コンクリート技士・コンクリート診断士試験ガイド

### ■ 参考資料

- ・これからはじめるコンクリート補修講座 (日経BP)
- ・日経コンストラクション、コンクリート工学、新聞 など

# 受験勉強の要領

どんな勉強をどれぐらい

# 記述式問題の勉強

## 必ずオリジナル答案を事前準備 (手書きしよう)

### いきなり文章を書き始めない

まずは**関連するキーワード**を書き出す練習をします。



次に、文書構成を決め、記述すべきキーワードを全て文章中に盛り込む練習をしましょう。

### 身近な誰かに読んでもらう

同じ記述原稿を繰り返し書くことで、記述試験のパターンやテクニックを学ぼう。

想定と異なる構造物や劣化現象が出題されても、パターンを理解すれば容易に対応できます。

自分だけの  
オリジナル  
原稿を準備  
しましょう。

# 四肢択一式問題の勉強

とにかく過去問を繰り返す（数をこなすと自然に身に付きます）

## 新しい内容は2割程度

コンクリート診断士試験の四肢択一式問題では、新しい内容はほぼ出尽くしていると言われていています。これからは、過去の内容の組み合わせを変えて出題される傾向となります。

■16年分×4択 ⇒ 740問、2960肢

ポイント: **2960肢**を覚える(繰り返し法)

## テキストは参考書

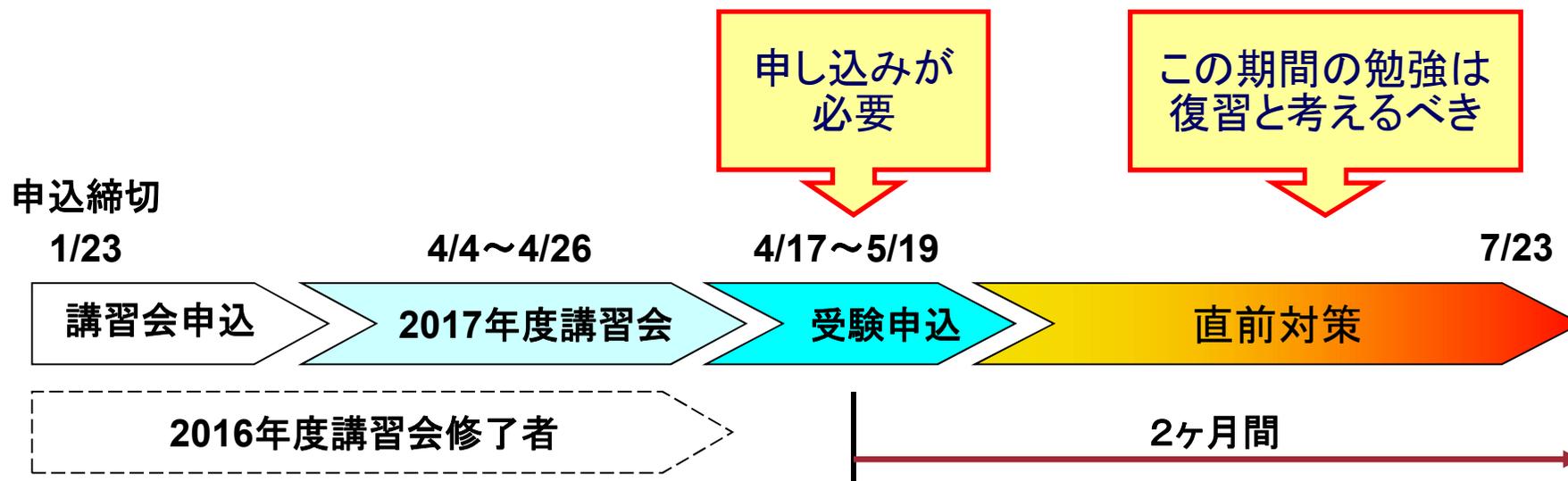
テキスト「コンクリート診断技術 [基礎編][応用編]」は、参考書です。問題を解いて解らない時に、**辞書代わりに**使用しましょう。



テキストで勉強すると非効率です。  
(第一やる気が無くなる!)

# スケジュールの確認

はじめチョロチョロ、中パツパ



合否通知 :2017年8月末(予定)

- ・合否とも直接本人に通知
- ・「コンクリート工学」誌上に合格者の受験番号と氏名
- ・ホームページに同受験番号を掲載

週末だけでは8日しかない  
早期からの勉強が望まれる

# 2コマ目

**10:40~12:10**

**実力試験 択一式**

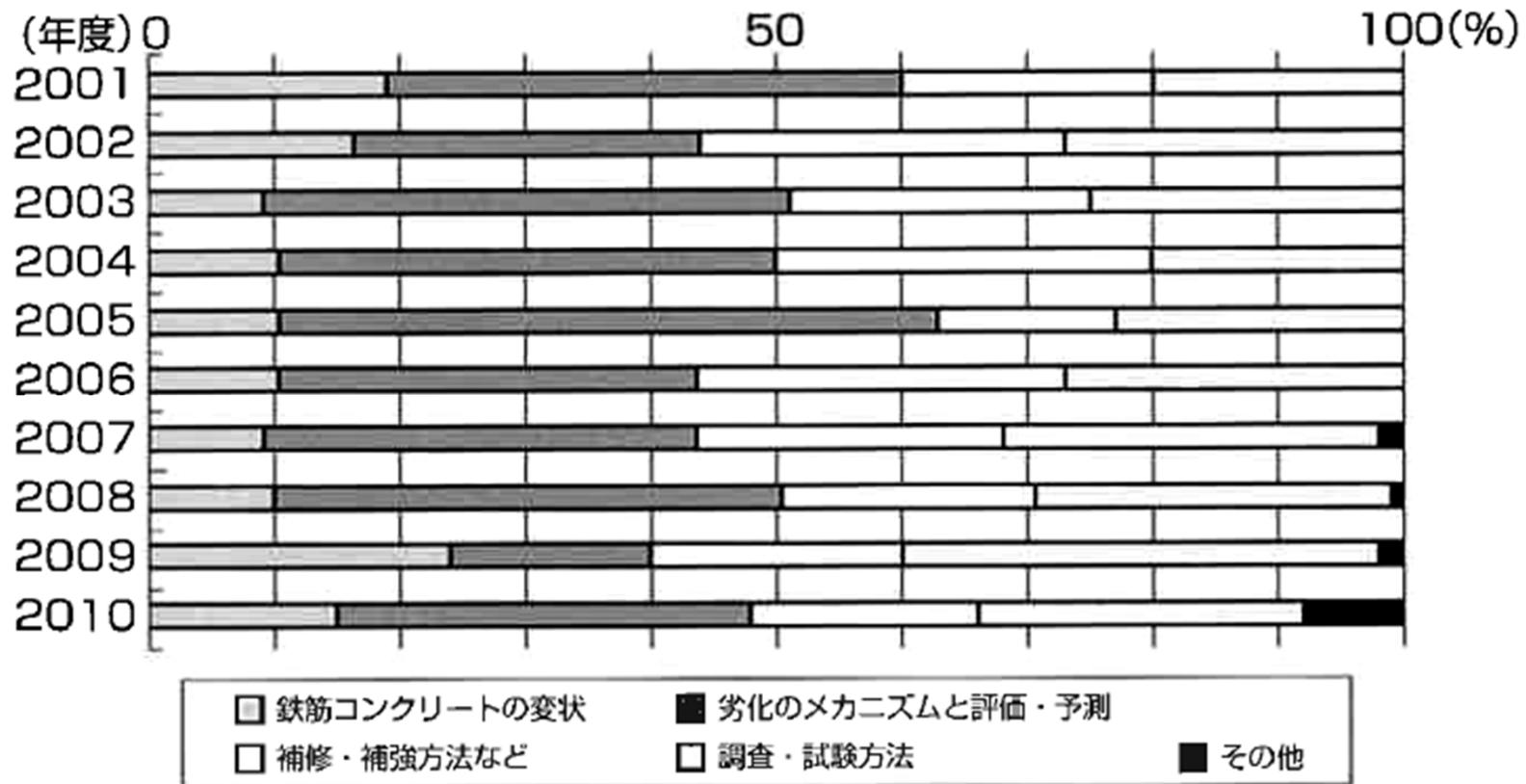
# 3コマ目

**13:10~14:30**

**択一式解答のポイント**

# 択一式問題の傾向

傾向はなく、偏り無く出題される



# 択一式問題の解答のコツ

## 問題の語尾にアンダーライン

### 簡単

- ・正しいものはどれか。
- ・誤っているものはどれか。
- ・適当なものはどれか。
- ・不適当なものはどれか。
- ・最も近いものはどれか。
- ・可能性のないものはどれか。

### 難しい

- ・適当なものの個数はいくつか。
- ・不適当なものの個数はいくつか。

・択一問題では、分からない問題や迷った問題は深追いしない。

・迷った問題はマーキング。

・択一問題はできるだけ早く終了する。

# ○ 試験によく出る問題の整理

毎年出る問題は、整理して覚える

# ○ 中性化の要点

中性化のメカニズム: 二酸化炭素がコンクリート内部に浸入し、炭酸化反応し、中性化

中性化の速さ: セメントの種類、水セメント比で異なる。

・中性化速度式:  $C = A\sqrt{t}$

C: 中性化深さ(mm)

A: 中性化速度係数

t: 経過時間(年)

- ・鉄筋腐食限界値は、中性化残りを10mmに設定
- ・中性化で塩分濃縮が起こる。

227頁

## 中性化深さの測定

・フェノールフタレイン法:  
フェノールフタレイン1%濃度のエタノール溶液を噴霧  
赤紫色はpH10以上

・ドリル法: 研削された粉末で測定

・その他の測定方法:

示差熱重量分析方法、EPMA、..

・高炉セメントより普通ポルトが遅い

・水セメント比が小さいと遅い

・湿度40~70%が早い

225頁

# ○ 塩害の要点

## 塩害のメカニズム:

塩化物イオンの存在で、鋼材の腐食が促進され、鋼材の腐食膨張で構造物の構造性能が低下

## 塩化物イオンの浸入速さ:

- ・高炉セメントは普通より拡散係数が小さい
- ・不動態皮膜: 鋼材表面に酸素が化学的吸着し、緻密な層(3nm程度)
- ・アノード反応: 鋼材表面から鉄イオンが溶出する反応
- ・マイクロセル腐食: アノード反応とカソード反応が同じ場所で発生

## 塩化物イオンの含有量の測定

- ・コア採取し、測定
- ・全塩化物定量方式:  
電位差滴定法  
クロム酸銀一吸光度法  
硝酸銀滴定法
- ・鋼材腐食量
- ・自然電位法

### 硫酸銅電極(CSE)の判定

|  |        |
|--|--------|
| $-200\text{mV} < E$                    | 腐食確率5% |
| $-350\text{mV} \leq E < -200\text{mV}$ | 50%    |
| $E \leq -350\text{mV}$                 | 95%    |

# ○ アルカリシリカ反応 (ASR)の要点

アルカリシリカ反応のメカニズム:  
アルカリシリカ反応性鉱物と含有する骨材がコンクリート中のアルカリ水溶液と反応し、異常な膨張をする現象

## アルカリシリカ反応のひび割れ

- ・壁状構造物は水平方向
- ・柱状構造物は鉛直方向
- ・拘束がないと亀甲状
- ・表面に大きなひび割れ幅
- ・水分供給でひび割れは拡大
- ・アルカリの補給でひび割れは拡大

## ASRの調査方法

- ・岩石学的試験:  
偏光顕微鏡、粉末X線回折、SEM-EDXA
- ・化学法 ( JIS A 1145 )
- ・モルタルバー法 ( JIS A 1146 )
- ・迅速法 ( JIS A 1804 )
- ・アルカリシリカゲルの分析  
偏光顕微鏡観察、蛍光顕微鏡観察  
化学成分分析、酢酸ウラニル蛍光法  
SEM
- ・残存膨張量の測定 (カナダ法、JCI-DD2)

# ○ 凍害の要点

凍害のメカニズム:コンクリート内部の水分の凍結が内部からの圧力として作用し、融解と凍結の繰り返りで、次第に組織が緩む現象

## 凍害の予防:

- ・コンクリート中に微細気泡を連行
- ・乾燥条件では凍害を受けにくい
- ・冬季には凍結状態のままがよい
- ・塩化物イオンの供給で激しく劣化
- ・凍害事例にはスケーリングが多い

## 凍害の調査

- ・劣化状態は目視が早い
- ・凍結融解の回数を調査
- ・コア採取で細孔気泡分布を調査
- ・気泡間隔係数が目安
- ・劣化深さは、超音波法、弾性波法
- ・劣化の程度は、動弾性係数
- ・水分の供給状態を調査

# ○ 化学的腐食の要点

化学的腐食のメカニズム：  
コンクリートは元来、酸に弱い

下水道関連施設では、微生物腐食

化学的腐食の要因：

- ・酸、アルカリ類、塩類、油類、腐食性ガスなど
- ・セメント硬化体を構成する水和生成物を変質あるいは分解する物質

化学的腐食の調査

- ・劣化の状態を目視
- ・腐食の激しい部分の特徴をつかむ
- ・劣化させる物質を分析
- ・化学的原因と物理的原因がある
- ・代表的塩類は、硫酸塩
- ・硫酸塩を含む土壌も注意
- ・化学的劣化は腐食性ガス

塩化水素ガス、フッ化水素ガス、  
硫化水素ガス、二酸化硫黄ガス

# ○ ひび割れの要点

## ひび割れのメカニズム:

外力によるひび割れと収縮によるひび割れがある。収縮によるひび割れは拘束下で生じる。

## ひび割れの原因を探る:

- ・発生時期で判断
- ・パターンで判断
- ・発生場所で判断
- ・ひび割れ幅で判断
- ・使用材料と配合で判断
- ・施工記録で判断

## ひび割れの測定

- ・ひび割れ幅の測定  
クラックスケール、スケールルーペ
- ・ひび割れの進展性の測定  
パイ型ゲージ、マーク法 など
- ・ひび割れ展開図の作成
- ・ひび割れ深さの測定  
超音波法が一般的

# 検査・調査手法

具体的にイメージして覚えよう

# 調査手法(1)

## ■ デジタルカメラ: 外観データ整理の効率化, 電子ファイル化

- ・1312×1312ピクセル→2.5m角で0.2mm幅のひび割れを認識



## ■ コア強度試験: 設計基準強度を満足しているかチェック

- ・コア径およびコア採取箇所の選定
- ・鉄筋探査計による配筋状態の確認
- ・粗骨材の最大寸法の3倍以上 (コア径)
- ・トルク1.5kg・m以下 (コア採取時)
- ・1箇所から3本採取

## ■ 反発度法: 強度推定・強度分布

- ・適用範囲: 10~60 N/mm<sup>2</sup>
- ・換算式は実験的に求めるのが良い
- ・部材厚さ10cm以下、部材幅15cm以下は測定不可、出隅部から3cm以上離す
- ・500回に1回テストアンビルによる度の確認
- ・測定箇所1箇所/9回 (3cm以上離す)
- ・角度補正 (上向きマイナス, 下向きプラス)
- ・同一箇所を打撃しない (大きくなる)
- ・材齢補正, 応力補正
- ・標準偏差 3N/mm<sup>2</sup>
- ・湿潤面, 粗面で低下



# 調査手法(2)

## ■プルオフ法：引張りから強度推定

- ・ディスク直径50mm～75mm,厚さ：直径の40%以上
- ・1箇所につき6点,強度95%信頼限界：精度±15%
- ・中心間隔ディスク直径の2倍以上,端面から直径以上

## ■ブレイクオフ法：強度推定

- ・部材厚さ100mm以上,骨材最大寸法の4倍以上かつ50mm以上離す
- ・1箇所につき5点,強度95%信頼限界：精度±20%

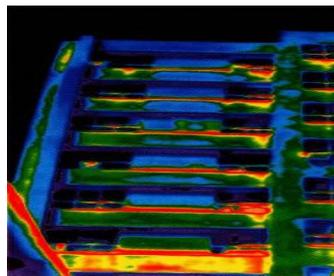
## ■プルアウト法：強度推定

- ・加力プレート(アンカー)の直径：最大骨材寸法の1.25倍以上
- ・埋込み深さと加力プレートの直径とを等しくする
- ・加力プレートの直径の標準値は25mmで,最大骨材寸法20mmまで対応
- ・1箇所につき4点,強度95%信頼限界：精度±20%
- ・中心間隔が加力プレートの直径の3倍以上

# 調査手法(3)

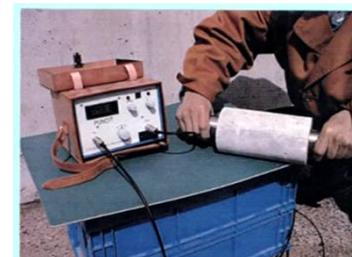
## ■サーモグラフィー:ひび割れ・剥離・空洞

- ・非接触でリアルタイムに大面積の測定可能
- ・晴天日測定(人工的加熱・冷却を除く)
- ・日射受熱量が最大, 最高気温, 最低気温の時間帯
- ・気象条件に左右される
- ・光沢や汚れにより誤差を生じる
- ・異種材料接触境界部が影響を受ける
- ・検出深度: 約10cm



## ■弾性波:ひび割れ・剥離・空洞

- ・超音波法→使用周波数帯: 20kHz以上
- ・衝撃弾性波法→コンクリート表面をハンマーなどで打撃(20kHz以下)
- ・打音法→可聴域(20Hz~20kHz)
  - \* 周囲の騒音の影響を受けやすい
- ・測定可能厚さ・深さ: 50kHz以上では2~3m程度
- ・測定可能厚さ・深さ: 数kHz以下では10m以上
- ・コンクリート縦波弾性波速度:  
4000~4500m/s



# 調査手法(4)

## ■アコースティックエミッション(AE) : ひび割れ・剥離・空洞

- ・ひび割れ発生時の弾性波の測定
- ・カイザー効果: 履歴荷重を越えないとAEは生じない

## ■電磁波レーダ : ひび割れ・剥離・空洞

- ・電氣的性質の異なる物質界面で反射
- ・コンクリート用: 深さ30cm程度
- ・周波数400MHz~1GHz

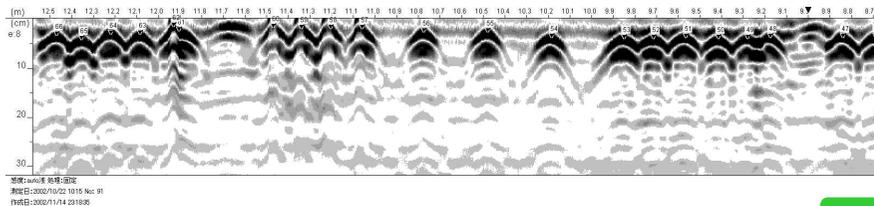
## ■電磁誘導: 鉄筋・かぶり厚さ・埋設物

- ・鉄筋探査(位置, かぶり厚さ, 鉄筋径, 埋設金属)
- ・測定深度: 約200mm
- ・鉄筋径の大きい鉄筋ほど測定深度が大きくなる
- ・かぶり厚さが小さい程測定精度は高い
- ・仕上げ材, 空洞, ジャンカ等の影響を受けない
- ・配筋ピッチが密な場合測定困難
- ・ダブル配筋は表面側しか測定できない

# 調査手法(5)

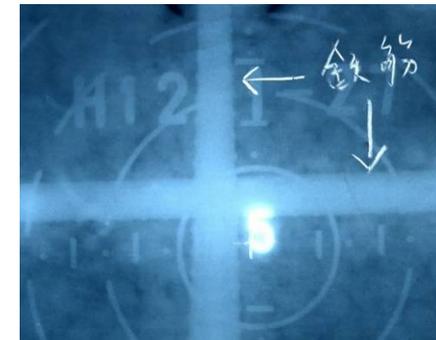
## ■電磁波レーダ：鉄筋・かぶり厚さ・埋設物

- ・埋設物（鉄筋，鉄骨，埋設管），コンクリート性状
- ・周波数帯：800MHz～2GHz（鉄筋）
- ・測定深度：約300mm
- ・平面的位置の測定精度：±10mmまたは±1.0%以内（水平分解能）
- ・かぶり厚さの測定精度：±5mmまたは±5.0%以内（比誘電率）



## ■X線：鉄筋・かぶり厚さ・埋設物

- ・X線フィルム, IP, フラットパネルセンサ
- ・作業管理区域：立体半径5m以内（立入禁止区域）
- ・適用限界厚さ：400mm程度（測定精度上：350mm）
- ・X線作業主任（有資格者）
- ・X線透過部（黒），鉄筋など密度が高い部位（白）



# 調査手法(6)

## ■ 配合推定 : コンクリート配合・微細構造・化学成分

・セメント協会法→105 $\mu$ m全通試料を塩酸処理(不溶残分, 酸化カルシウム定量) \* 石灰石, 海砂使用時に誤差大, 普通ポルトランドセメント

・ICPを用いる方法→誘導結合プラズマ発光分光分析装置(酸可溶性シリカの定量)

・グルコン酸ナトリウムを用いる方法→石灰石, 海砂を溶解しない

・ふっ化水素酸を用いる方法→石灰石, 海砂を溶解しない

## ■ 走査電子顕微鏡 (SEM) : コンクリート配合・微細構造・化学成分

・二次電子, 後方散乱電子を検出

・二次電子の量の大小を画像化(SE像)→表面形態

・後方散乱電子(反射電子)像(BSE像)→物質の分布

・X線分析装置(EDS)

・前処理: 金属蒸着装置(チャージアップ; 帯電防止)

・水分を含む試料→脱気に時間を要する(真空)

・アルカリシリカゲル, エトリングの映像

# 調査手法(7)

## ■ EPMA: コンクリート配合・微細構造・化学成分

- ・ ppmオーダーの元素分析と面分析が可能
- ・ 定性分析, 定量分析, マッピング
- ・ 鏡面研磨が必要(水は使用しない)
- ・ コンクリート中の物質移動を画像としてとらえられる

## ■ 荷重作用:

- ・ 荷重計測方法(車両重量)
- ・ 直接計量方式(センサ:ロードセル)  
→ 走行時の精度, 車種判別必要
- ・ 間接計量方式(桁・床版のたわみ量) → 荷重の特定
- ・ 交通流自動観測システム
- ・ 海洋構造物への荷重作用(波浪)  
→ 疲労破壊, 衝撃破砕力(600万波/年)
- ・ 波高, 周期, (波向): 水圧式波高計, 超音波式波高計, ブイ式波高計

# 調査手法(8)

## ■中性化深さ:鉄筋腐食

- ・はつり法
- ・コア法
- ・ドリル法

## ■フェノールフタレイン法:中性化深さ

- ・フェノールフタレイン1%エタノール溶液→未着色部(pH9~10以下)

- ・一断面:等間隔に6~8箇所(平均値:mm単位)

- ・コアは試験まで表乾密封保存(中性化の進行抑制)

- ・コア側面の測定は避ける

- ・ドリル法→多点のデータ採取

## ■塩化物イオン含有量:鉄筋腐食

- ・重量法(塩化銀沈殿法)→白色沈殿物

- ・モール法→赤褐色の呈色

- ・クロム酸銀吸光光度法

- ・電位差滴定法→電位差滴定

- ・全塩分量, 可溶性塩分量

## ■鉄筋腐食量:鉄筋腐食

- ・直接採取, 腐食面積率

- ・腐食減量→10%クエン酸二アンモニウム溶液60°C(錆の除去, 数日間浸漬)

# 調査手法(9)

## ■ 自然電位：鉄筋腐食

- ・腐食初期の可能性の診断
- ・腐食電流→腐食速度
- ・腐食部(アノード部)→卑側電位測定
- ・測定時コンクリート表面を湿潤(清水)に保つ(乾燥:誤差大きい)
- ・電位差計→100MΩ以上, 分解能1mV以下, +を鉄筋-を照合電極
- ・自然電位-350mV以下は90%以上の確率で腐食あり(ASTM C 876)
- ・必要に応じはつり調査により確認
- ・コーティング面や流水面には適用できない

## ■ 分極抵抗：鉄筋腐食

- ・腐食速度を測定, 劣化初期の診断
- ・外部電極から電位差を負荷→腐食電流密度と反比例する分極抵抗
- ・分極→電極への電流の出入りによって電位にずれが生じる現象
- ・分極抵抗は腐食速度と反比例関係
- ・交流インピーダンス法の周波数: 0.1~0.01Hz程度
- ・測定時コンクリート表面を湿潤(清水)に保つ(乾燥:誤差大きい)
- ・コーティング面や流水面には適用できない

# 調査手法(10)

## ■電気抵抗:鉄筋腐食

- ・比抵抗を測定し, 負イオンの移動のしやすさを把握
- ・かぶりコンクリートの電気抵抗を測定
- ・組成, ペーストの細孔構造, 含水量, 塩類含有量に依存
- ・電極間隔はかぶり厚さ以下(4点電極法)
- ・鉄筋の腐食状態を直接表す指標ではない

## ■ASR:アルカリシリカ反応

- ・ASRは周囲の環境条件の影響を受ける
- ・目視検査:ひび割れ, 変色, ゲルの滲出
- ・測定:ひび割れ幅, 膨張量
- ・コア採取:反応性の判定, 組織観察, 化学分析, 圧縮強度, 残存膨張量
- ・対策:低アルカリセメントの使用

# 調査手法(11)

## ■ アルカリ量: アルカリシリカ反応

- ・アルカリシリカ反応の可能性の予想
- ・ $R_2O$ 量が増加すると $OH^-$ が増加
- ・アルカリ金属の分析(原子吸光光度計, ICP発光分析装置)
- ・水酸化物イオンの分析(塩酸滴定)
- ・コア→細孔溶液抽出装置(裁荷前に1日水中養生)
- ・骨材を含むためサンプルのばらつきが大きい

## ■ 骨材の反応性: アルカリシリカ反応

- ・岩石学的試験: 石種や反応性鉱物を測定
- ・化学法: 短期間に測定可能(判定できない骨材がある)
- ・モルタルバー法: 6箇月後の膨張率 $\geq 0.100\%$ のとき「無害でない」

# 調査手法(12)

## ■アルカリシリカゲル:アルカリシリカ反応

- ・エフロレッセンスとの区別
- ・偏光顕微鏡観察(薄片観察)
- ・化学成分分析
- ・SEM
- ・酢酸ウラニル蛍光法→黄緑色(簡単に識別可能)

## ■残存膨張量:アルカリシリカ反応

- ・コアによる測定
- ・直径100mm長さ約250mm 2本以上(表層50mmは避ける)
- ・JCI-DD2法:膨張量0.1%以上で「残存膨張性あり」

# 調査手法(13)

## ■ 受熱温度の推定: 火害

- ・調査時に劣化原因が明らか
- ・一次調査(目視), たわみ, ひび割れ, 欠損
- ・X線回折
- ・示差熱天秤分析(DTA・TGA)

| 変色状況     | 温度範囲(°C) |
|----------|----------|
| 表面にすすが付着 | 300未満    |
| ピンク色     | 300~600  |
| 灰白色      | 600~950  |
| 淡黄色      | 950~1200 |
| 溶解       | 1200以上   |

500°C

## ■ 受熱温度の推定: 火害

- ・二次調査: コア採取を行う
- ・リバウンドハンマー反発硬度試験
- ・中性化試験(コア採取)
- ・圧縮強度試験(コア採取)
- ・鉄筋抜き取り試験
- ・振動試験
- ・載荷試験

# 3コマ目

**14:40~15:30**

**記述式実力試験**

# 3コマ目

**15:40~16:10**

**記述式試験 解答のポイント**

# 記述問題解答の要領

高得点をとるために

# 答案作成のステップ

## キーワードと文書構成を考える

1. 問題をよく読む。  
(重要部分にアンダーライン。)



2. 関係するキーワードを書き出す。



3. 文書構成を決める。  
(おおよその字数も配分する。)



4. 文章中にキーワードを全て盛り込む。



5. 作成した文章を読み直し修正する。

**訓練が必要な部分**

# A問題(必須) ～ 過去の出題 ～

| 年度   | 内容  |
|------|---|
| 2002 | コンクリート構造物の維持管理の重要性と、診断士に求められる <b>資質</b> と役割   |
| 2003 | 昭和40年代のコンクリート構造物の診断を行う際の <b>留意点</b>           |
| 2004 | 診断士の心構えと技術的能力( <b>資質</b> )                    |
| 2005 | 維持管理記録の保存と活用(維持管理の <b>留意点</b> )               |
| 2006 | 構造計算偽装事件を受け、診断士の <b>資質</b> と診断に当たっての態度        |
| 2007 | 社会資本整備の現状や課題と診断士の役割( <b>資質</b> )              |
| 2008 | 社会的に大きな影響を及ぼした事例と診断士の役割および業務のあり方( <b>資質</b> ) |
| 2009 | 社会資本整備のあり方と診断士の役割( <b>資質</b> ) <b>留意点</b> も含む |
| 2010 | コンクリート診断士の役割と技術力、心構え( <b>資質</b> )             |
| 2011 | 技術の変遷、維持管理の方針( <b>資質・変遷</b> )                 |
| 2012 | 環境負荷低減、技術開発( <b>一般</b> )                      |

**資質、留意点**を問う問題が繰り返し出題。一般問題に注意！

# A問題(必須)

## 出題傾向

### 診断士の資質と必要な能力

●**資質パターン-A問題**は、診断士の倫理面について、自分の考えをまとめる。

**定義を思い出しましょう。**

計画, 調査, 測定, 管理, 指導および判定, ならびにそれらの品質劣化に関する予測および対策と**倫理の関係**について述べる。

診断の行為には、偏りのない公平さが要求され、職業倫理にもとる行為は許されない。すなわち、高い技術力のみならず、高いモラルも同時に求められる。

### 診断を行う上での留意点

●**留意点パターン-A問題**は、診断を行う上で留意すべき点をいくつか挙げ、自分の知識をまとめる。

**診断の流れを思い出しましょう。**

変状、調査、原因推定、劣化予測・評価、補修・補強、維持管理の**留意点の関係**について知識をまとめる。

# 資質パターンA問題（解答の要点）

## 2002年問題Aから

コンクリート構造物の**維持管理**はなぜ重要であるかを示し、更にコンクリート診断士に求められる**資質**と**社会的役割**について1000字以内で記述しなさい。

2002年 問題A

20頁

キーワードを書き出す。

### ・維持管理

高度成長期、コンクリート構造物の早期劣化、健全性評価、点検、診断、補修の要否判定

### ・資質

公平さ、職業倫理、高い技術力、高いモラル

### ・社会的役割

国民の要望、安心・安全、LCC低減、耐久性向上、健全性保持、持続可能な社会

# 資質パターンA問題(解答のポイント)

## 2002年問題A 文書構成

### 維持管理の重要性

- ・社会資本ストック:コンクリート約100 億 $m^3$
- ・高度成長期の建造物の劣化
- ・維持補修、更新期
- ・コスト環境面:スクラップメントビルト出来ない。
- ・長寿命化の必要性
- ・メンテナンスフリーではない
- ・社会資本ストックの保全

### 診断士の資質

- ・診断できる高度な技術者(建物の医者)
- ・客観的な資格
- ・計画, 調査, 測定, 管理, 指導, 判定, 予測, 対策ができる。
- ・公平さ、職業倫理、客観性、高い技術力、高いモラル

### 社会的役割

- ・合理的(経済的、長寿命化)な建造物の維持保全
- ・資格保有者が少ない
- ・安心・安全

# 留意点パターンーA問題(解答のポイント)

2005年問題Aから

コンクリート構造物の維持管理を行う上で必要な記録(資料)の保存と活用に関して、次の問いに800字以内で答えよ。

問1 保存しておくべき記録(資料)として重要と思われるものを3つ挙げ、それぞれの記録(資料)に含まれる内容を説明せよ。

問2 問1で挙げた記録(資料)のうち1つを選び、その記録(資料)の重要性と活用について、具体的な事例に基づき、考えるところを述べよ。

2005年 問題A

キーワードを書き出す。

・設計図書 ・施工記録 ・維持管理記録、  
・点検 ・調査記録 ・対策の施工記録  
・担当者の記録 ・環境・荷重の記録

・設計図書: 構造物の名称、設計者や施工者、竣工年月日、構造物の用途・規模・構造種別、設計時の立地・環境条件、使用材料、仕上げ材の有無・種類(基本的に保管されている。)

\* 竣工当時の状況を確認。

\* 施工記録は、竣工後一定の期間が経過すると廃棄されることが多いが、コンクリートの品質管理データなどは有用。

# 留意点パターンーA問題(解答のポイント)

## 2005年問題Aから

### ・設計図書

構造物の名称、竣工年月日、設計者や施工者、構造物の用途・規模・構造種別、設計時の立地・環境条件、使用材料、仕上げ材の有無・種類

### ・施工記録

コンクリートの種類、配合、施工方法、施工時の環境・気象条件、品質管理記録、初期欠陥の記録とその補修内容

### ・維持管理記録

主要諸元(周辺環境・維持管理実績)、点検・調査の計画と結果、劣化予測の方法と結果、評価および判定の結果、対策の方法および施工記録、担当者の記録

### ・環境・荷重の記録

立地条件および周辺環境、経年劣化に及ぼす環境作用(気象、土壌、供給塩化物量、環境と構造物の接触状況)、設計条件に対する調査、荷重作用に関する調査

# 過去のB問題(2問からどちらかを選択)

| 年 度  | 内 容   |        |
|------|---|--------|
| 2004 | ひび割れ発生原因の推定と劣化予測、補修方法 乾燥収縮、塩害               | 建屋     |
|      | 再変状原因の推定と補修方法の選定、施工上の留意点 塩害、補修              | 荷役棧橋   |
| 2005 | 変状原因の推定と再補修方法 施工不良、漏水、材料劣化                  | 建屋     |
|      | 変状原因の推定と維持管理計画立案の調査項目、留意点 塩害、乾燥収縮           | 共同溝    |
| 2006 | 予測される不具合と調査方法、維持管理計画 振動、漏水                  | 建屋     |
|      | 残りの供用期間に応じた調査項目と維持管理計画 アルカリ骨材               | 橋脚     |
| 2007 | 変状原因の推定と劣化予測、維持管理計画の立案 アルカリ骨材               | 建屋     |
|      | 性能の診断と詳細調査方法、補修・補強計画の立案 塩害                  | 道路橋    |
| 2008 | 変状原因の推定と調査方法、維持管理計画 アルカリ骨材                  | 集合住宅   |
|      | 変状原因の推定と調査方法、維持管理・点検計画 化学的劣化                | 鉄道トンネル |
| 2009 | ひび割れの特徴と発生原因と補修方法の選定 美観と防水                  | 食品工場   |
|      | 再劣化原因の推定とメカニズム、対策の選定、施工上の留意点 今後30年使用        | 道路橋    |
| 2010 | 火災等級の推定と判断理由、追加調査と留意点 防水補修・補強方法             | RC構造物  |
|      | 変状の原因の推定、放置した場合の劣化の進行、今後50年使用する場合の対策・維持管理計画 | 高架橋    |
| 2011 | 鉄筋コンクリート造の5階建て事務所ビルのひび割れ原因、その対策と工法選定の理由     | 事務所ビル  |
|      | 道路橋のRC橋脚の変状の原因推定、今後30年供用するための調査と対策          | 橋脚     |
| 2012 | 鉄筋コンクリート造の校舎のひび割れの予想、今後20年供用のための調査及び対策      | 校舎     |
|      | PC単純桁の橋台の変状の原因推定、今後30年供用のための調査と対策           | 橋台     |

# B問題(2問から選択)

## 土木分野の出題傾向

### 代表的な劣化の種類

中性化、塩害、アルカリシリカ反応、凍害、化学的腐食、疲労、風化・老化、火災

### 土木分野の代表的なRC構造物

ダム、トンネル、橋梁(高架橋)、栈橋、ボックスカルバート(共同溝)、上下水道管路

| 年度           | 中性化 | 塩害 | ASR | 凍害 | 化学 | 疲労 | 風化 | 火災 | 構造物      | 備考         |
|--------------|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----------|------------|
| 2001         |     | ○  | ○   |    |    |    |    |    | 堤防       |            |
| 2002         |     |    |     | ○  |    |    |    |    | B2水路橋    | 維持管理       |
| 2002         |     | ○  | ○   |    |    |    |    |    | B3中空床版   | 維持管理       |
| 2003         | ○   | ○  |     | ○  |    |    |    |    | 壁式橋脚     | 施工不良       |
| 2004         |     | ○  |     |    |    |    |    |    | RC・T桁    | 補修         |
| 2005         |     | ○  |     |    |    |    |    |    | 共同溝      | 施工不良       |
| 2006         |     |    | ○   | ○  | ○  |    |    |    | 橋脚       | 維持管理       |
| 2007         |     | ○  |     |    |    |    |    |    | PC桁      | 調査、維持管理    |
| 2008         |     |    |     |    | ○  |    |    |    | シールドトンネル | 維持管理       |
| 2009         |     |    |     |    |    | ○  |    |    | 道路橋      | メカニズム、維持管理 |
| 2010         | ○   | ○  |     |    |    |    |    |    | ラーメン高架橋  | 維持管理       |
| 2011<br>(予測) |     |    | ☆   | ☆  |    |    |    |    |          | 維持管理       |

# B問題（出題傾向の変化）

## B問題は、実務能力を判定

2001年～2005年は、写真や図表などの情報を提示し、具体的な設問が複数用意されていた。



例えば、ひび割れパターンから原因推定を行い、その調査方法や補修方法、維持管理方法を記述

## 具体的なデータが無い

2006年以降は、数値情報がほとんど提示されず、自由に解答させる方式に変ったが、2009年から前の傾向に戻った。



診断対象構造物から、ある程度劣化原因や調査方法を想定しながら解答し、維持管理方法を記述する。

- ・記述問題は、不完全な場合でも、設問に丁寧に答える。

# B問題(構造物の種類とキーワード)

| 種類        | キーワード  |
|-----------|--|
| ダム        | ・凍害 ・磨耗 ・スケーリング ・漏水 ・ひび割れ<br>・アルカリシリカ反応 ・膨張量                             |
| トンネル      | ・ひび割れ ・中性化 ・鋼材腐食 ・浮き ・はく離 ・第三者被害<br>・地山背面の空洞                             |
| 橋梁(橋脚)    | ・中性化 ・塩害 ・塩化物イオン濃度 ・鋼材腐食<br>・アルカリシリカ反応 ・膨張量                              |
| 橋梁(床版)    | ・疲労 ・ひび割れパターン, ひび割れ密度 ・たわみ ・浮き ・はく離<br>・第三者被害 ・塩害 ・塩化物イオン濃度 ・鋼材腐食 ・累積損傷度 |
| 栈橋        | ・塩害 ・塩化物イオン濃度 ・鋼材腐食<br>・アルカリシリカ反応 ・膨張量                                   |
| ボックスカルバート | ・ひび割れ ・中性化 ・乾燥収縮 ・浮き ・はく離 ・鉄筋腐食  |
| 下水道管路     | ・化学的侵食 ・硫酸イオン ・劣化因子の浸透深さ ・鋼材腐食   |

# B問題(劣化要因と診断キーワード)

| 項目         | 調査項目   | 調査方法  | 判断基準   | 補修の要点   |
|------------|--|---|--|---|
| 劣化要因       |  |   |  |   |
| アルカリ骨材反応   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れのパターン</li> <li>骨材の調査</li> <li>強度, 弾性係数</li> <li>残存膨張量</li> <li>アルカリ量分析</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>外観調査</li> <li>コア観察・鑑定</li> <li>コア試験</li> <li>コア分析</li> <li>超音波法</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>劣化の段階</li> <li>残存膨張量</li> <li>構造物の機能</li> <li>耐久性能</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>遮水対策</li> <li>補修後の膨張も考慮</li> </ul>                                   |
| 塩化物イオン(塩害) | <ul style="list-style-type: none"> <li>塩化物イオン濃度分布</li> <li>コアの配合分析</li> <li>鋼材の腐食状況</li> <li>周囲の自然環境</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>外観調査</li> <li>鋼材の位置</li> <li>塩化物イオン量</li> <li>自然電位法</li> <li>分極抵抗法</li> <li>中性化深さ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼材位置における塩化物イオンの量</li> <li>塩化物イオンの浸入速度</li> <li>鉄筋の腐食状況</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>耐力低下の程度に応じた補強</li> <li>塩化物イオンの浸入抑制</li> <li>脱塩処理</li> </ul>          |
| 凍結融解作用(凍害) | <ul style="list-style-type: none"> <li>周囲の自然環境(特に温度と水分)</li> <li>劣化個所の分布</li> <li>コンクリートの気泡分布と間隔</li> <li>コアの強度</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>外観調査</li> <li>コアの気泡分布, 細孔径分布</li> <li>弾性波法</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れの状態</li> <li>気泡間隔係数</li> <li>強度</li> <li>弾性係数</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>スケーリング*の補修</li> <li>凍害部分の除去</li> <li>断面修復工法</li> <li>遮水対策</li> </ul> |
| 中性化作用      | <ul style="list-style-type: none"> <li>鉄筋のかぶり厚さ</li> <li>中性化測定</li> <li>ひび割れの状態</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>フェノールフタレイン溶液法</li> <li>熱分析(TG, DTA)</li> <li>鋼材の位置</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>中性化残り</li> <li>鋼材の腐食状況</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>表面被覆工法</li> <li>ひび割れ注入</li> </ul>                                    |

\*: スケーリングとは、コンクリート中の水分が凍結・融解を繰り返し、表面が薄片状にはく離する現象

# B問題（解答作成のステップ）

診断の流れ（時系列）をパターン化する

1

変状（外観）の把握

2

調査（机上・実地），試験

3

原因推定

4

劣化予測，評価

5

補修・補強の要否の判定

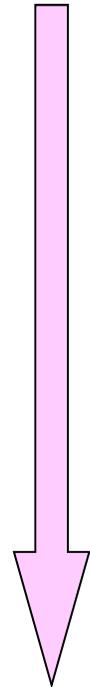
6

対策の実施

7

記録とその後の維持管理

思考の  
流れ



900~1000字

# 記述式問題解答の留意点

## やってはいけない解答の例

### ・採点者にストレスを感じさせない

書き出しを一文字あける。

箇条書きを避ける。

ひらがなばかりはさける。

専門用語を不正確に使う。

### ・減点の対象となるケース

最後まで書いていない。

文章の量が足りない。

行間を空けすぎる。

偏った見解や決め付けた判断。

### ・基本的な注意点

丁寧な文字で書く。

正しい句読点。

文字を枠内に書く。

# 記述問題のための準備

## 問題の意図する内容を要領よく説明

### ・トレーニングの要点

キーワード・・・必要最小限

文章の流れを重視(起承転結)

可能性のある伏兵を見逃さない気持ち

責任ある立場を認識

⇒ 書いて読み直す

(試験の際には書き直せない)

### ・十分な準備での気持ちに余裕を

記述式問題も想定範囲

凍害 塩害 中性化

アルカリ骨材反応 など

調査のパターン

非破壊試験 コアによる調査

分析 判断 予測

補修・補強のパターン

補修材料 補修工法

補強方法 など

**おわりに**

**16:10~16:20**

**確実な合格のために**